Цена 9 коп.

С. И. ВОРОБЬЕВ



УЧЕБНЫЙ РАДИОКОНСТРУКТОР НА МОДУЛЯХ





МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 730

С. И. ВОРОБЬЕВ

УЧЕБНЫЙ РАДИОКОНСТРУКТОР НА МОДУЛЯХ



«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1970

6Ф2.12
В 75
УДК 621.396.62.324

Воробьев С. И.

В75 Учебный радиоконструктор на модулях. М., «Энергия», 1970.

32 с. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 730).

Описано устройство учебного радиоконструктора на модулях с применением полупроводниковых приборов и печатного монтажа. Радиоконструктор позволяет быстро собирать различные радиоприемники и усилители, наглядно изучать работу узлов радиотехнических схем. Рассчитана на руководителей радиокружков, преподавателей технических училищ и радиолюбителей-конструкторов.

3-4-5
331-69 6Ф2.12

Воробьев Сергей Иванович

Учебный радиоконструктор на модулях

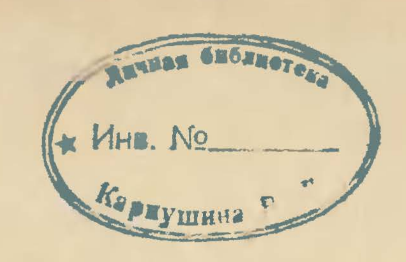
Редактор *А. Г. Соболевский*

Технический редактор *Г. Г. Самсонова*

Сдано в набор 18/III 1969 г. Подписано к печати 13/I 1970 г. Т-10073
Бумага типографская № 2
Формат 84×108 1/32 Уч.-изд. л. 2,08
Усл. печ. л. 1,68 Зак. 2138
Тираж 40 000 экз. Цена 9 коп.

Издательство „Энергия". Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР. Шлюзовая наб., 10.



ВВЕДЕНИЕ

Радиоконструктор выполнен на модулях с применением полупроводниковых приборов и печатного монтажа. Он позволяет быстро собирать радиоприемники, начиная от простейших детекторных и до сложных супергетеродинных, а также множество различных усилителей. Радиоконструктор можно использовать и в учебных целях, например, для изучения работы различных узлов радиотехнических схем.

Радиоконструктор можно изготовить в трех вариантах.

Первый вариант — наиболее дешевый; он позволяет собирать только детекторные приемники, приемники прямого усиления и простые усилители низкой и высокой частоты.

Второй вариант позволяет собирать супергетеродинные приемники, а также сложные усилители низкой частоты с хорошим качеством звучания. Можно изготовить радиоконструкторы и с раздельным набором модулей, т. е. для сборки только приемников прямого усиления, супергетеродинных приемников или усилителей низкой частоты.

Третий вариант — наиболее дорогой, так как содержит целый ряд вспомогательных материалов и радиодеталей, а также измерительный прибор, например типа Ц430/1.

Радиоконструктор выполнен таким образом, что начинающий радиолюбитель или учащийся на первых порах должен освоить только пайку перемычек, соединяющих отдельные модули. Если применить гнезда и вилки, с помощью которых можно соединять модули между собой, то можно обойтись без пайки. Полный набор радиоконструктора состоит из 25 модулей, выполненных на платах из фольгированного гетинакса размером 40×30, 70×30 и 140×30 *мм* с применением печатного монтажа. В модулях применены стандартные радиодетали и полупроводниковые приборы.

Принципиальные схемы модулей и данные их деталей помещены в альбоме схем, который содержит рекомендованные варианты различных приемников и усилителей в виде блок-схем, на которых указаны номера модулей и порядок их соединений между собой. Пользуясь радиоконструктором, можно по своему усмотрению составлять другие варианты схем приемников, усилителей и другой радиоэлектронной аппаратуры. Альбом схем размещен с внутренней стороны крышки ящика радиоконструктора.

Помимо модулей, в радиоконструкторе имеются головной микротелефон, громкоговорители, микрофон ДЭМ-4, конденсаторы переменной емкости, а также инструменты: паяльник на напряжение 12 *в*, кусачки, плоскогубцы, ланцет, пинцет. Все модули, детали, инструмент и альбом схем помещены в деревянный ящик, в котором имеются отдельные секции-ячейки. Кроме того, в радиоконструктор входят: блок питания, который содержит понижающий трансфор-

матор, выпрямитель переменного тока с выходным напряжением 12 *в*, аккумуляторную батарею напряжением 6—12 *в* и реостат, регулирующий ток в цепи питания электропаяльника, т. е. температуру его нагрева. Аккумуляторную батарею заряжают от выпрямителя переменного тока.

Общий вес радиоконструктора (полный набор) составляет около 5,5 *кг*.

При изготовлении этого радиоконструктора можно внести ряд усовершенствований. Например, можно объединить модули М1-4 и М1-5, М1-6 и М1-7, М3-12 и М3-13, М1-9 и М3-14 в один модуль, т. е. вместо восьми модулей оставить только четыре. Для упрощения и удешевления целесообразно исключить из модулей М5-17, М5-18 и М6-19 входные каскады, схемы которых повторяют схему модуля М3-12; с этой же целью фильтр сосредоточенной селекции, применяемый в схемах модулей преобразователей частот, следует выделить в самостоятельный модуль.

УСТРОЙСТВО РАДИОКОНСТРУКТОРА

МОДУЛИ

Модуль М1-1 (рис. 1) представляет собой магнитную антенну для приема радиостанций, работающих в длинноволновом диапазоне (600—2 000 *м*). Магнитная антенна является входным контуром радиоприемника и состоит из двух катушек L_1 и L_2, намотанных на ферритовом стержне Ф600 или Ф1000. Катушка индуктивности L_1 является резонансным контуром, который настраивается конденсатором переменной емкости, подключаемым к выводам *1* (статор) и *3* (ротор). Конденсатор C_2 необходим для подстройки входного контура приемника в начале диапазона длинных волн (600 *м*), а также для сопряжения настройки контуров. Входной контур подстраивают в конце диапазона длинных волн (2 000 *м*) перемещением катушки L_1 по ферритовому сердечнику или изменением числа ее витков. Катушка индуктивности L_2 служит для связи входного контура (ферритовой антенны) с последующим модулем приемника. Конденсатор постоянной емкости C_1 служит для подключения к приемнику внешней антенны, которая значительно увеличивает его чувствительность. В качестве наружной антенны можно использовать штырь высотой 0,7—1,0 *м* или кусок провода длиной 5—6 *м*, которые вставляют в антенное гнездо *А*.

Рис. 1. Схемы входных цепей длинноволнового и средневолнового диапазонов (М1-1 и М1-2).

Катушка L_1 намотана проводом ПЭВ-2 0,16 и содержит 200 витков при длине намотки 60 *мм*. Катушка L_2 намотана тем же проводом и содержит 20 витков при длине намотки 5 *мм*. Катушки L_1 и L_2 можно передвигать по ферритовому стержню, что дает возможность подобрать их оптимальное расположение на стержне при наладке приемника. При таком расположении чувствительность и избирательность приемника будут наибольшими.

Модуль М1-2 представляет собой магнитную антенну для приема радиостанций, работающих в средневолновом диапазоне (200—550 *м*). Схема, устройство модуля и назначение всех его деталей такое же, как и в модуле М1-1. Катушка L_1 намотана проводом ЛЭШО 16×0,07 (лицендрат) и содержит 70 витков. Катушка связи L_2 намотана проводом ПЭВ-2 0,16 и содержит 6 витков.

Модуль М1-3 (рис. 2) представляет собой входной контур коротких волн (19—51 *м*). Катушка L_1 намотана посеребренным проводом диаметром 0,8 *мм* (шаг намотки 1,2 *мм*) на каркасе диаметром 16 *мм* и содержит 13 витков с отводом от 1,5 витков. Отвод необходим для согласования входного контура коротких волн с последующим модулем. Гнездо *А* служит для подключения телескопической (штыревой) антенны, которая входит в набор деталей радиоконструктора. В качестве антенны можно также использовать кусок монтажного провода длиной 1,5—2 *м*. Назначение выводов *1, 2, 3* такое же, как и в модулях М1-1 и М1-2. Следует только помнить, что к выводу *1* подключают статор блока конденсаторов переменной емкости. Модуль М1-3 применяется только при сборке супергетеродинных приемников.

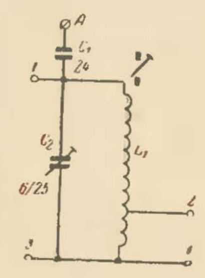


Рис. 2. Схема входной цепи коротковолнового диапазона (М1-3).

Модуль М1-4 (рис. 3) представляет собой усилитель высокой частоты, в котором нагрузкой коллекторной цепи транзистора T_1 является резистор (активное сопротивление) R_3. Резисторы R_1, R_2 и R_4 служат элементами стабилизации рабочего режима транзистора T_1. Напряжение усиливаемого сигнала подается на вход усилителя (контакт *1*) через переходный конденсатор C_1 и контакт «+». Усиленный сигнал снимается с коллектора транзистора T_1 и через конденсатор C_3 поступает на следующий модуль (контакт *2*). Конденсатор C_2 шунтирует резистор R_4 на частоте сигнала.

Коэффициент усиления каскада по напряжению зависит от величины коэффициента β транзистора и частоты усиливаемого сигнала, т. е. чем больше коэффициент β транзистора и ниже частота усиливаемого сигнала, тем будет больше коэффициент усиления каскада по напряжению. Так, например, при использовании модуля М2-4 в каскадах высокой частоты приемников, работающих на средних и длинных волнах, коэффициент усиления каскада по напряжению в среднем будет находиться в пределах 10—50, а на коротких волнах 2—3. В последнем случае следует применить в модуле более высокочастотные транзисторы с коэффициентом β не менее 60—100, например, П403, П415, П417, П418, ГТ309, ГТ310 и т. д.

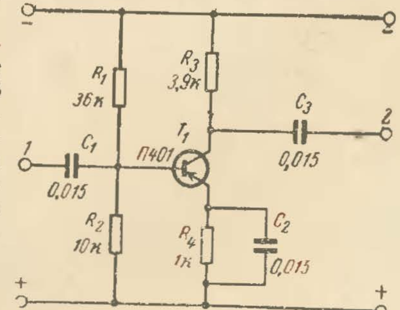


Рис. 3. Схема резистивного усилителя высокой частоты (М1-4).

Модуль М1-5 (рис. 4) отличается от модуля М1-4 только отсутствием выходного конденсатора, что позволяет собирать многокаскадные усилители высокой частоты на резисторах с непосредственной связью. Однако следует иметь в виду, что такие усилители склонных к самовозбуждению. Чтобы этого избежать, применяют развязывающие фильтры (подробно о включении таких фильтров написано в последней главе).

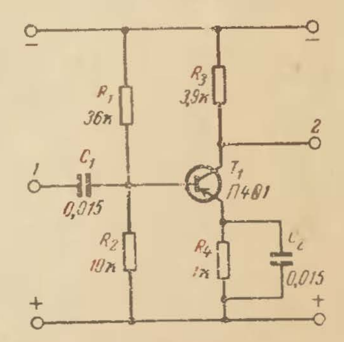


Рис. 4. Схема резистивного усилителя высокой частоты без переходиого конденсатора (М1-5).

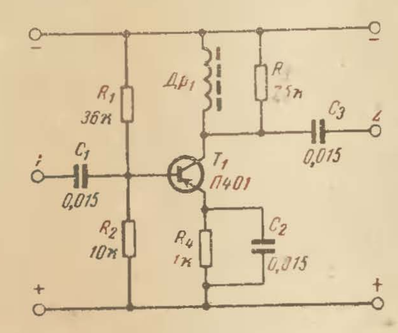


Рис. 5. Схема усилителя высокой частоты на дросселе (М1-6).

Модуль М1-6 (рис. 5) представляет собой усилитель высокой частоты, в котором коллекторной нагрузкой является дроссель высокой частоты $Др_1$. Каскад усиления высокой частоты на дросселе позволяет получить более высокий коэффициент усиления каскада (модуля) по напряжению при работе в диапазонах длинных и средних волн. Резистор R_3, включенный параллельно дросселю высокой частоты, служит для расширения полосы пропускания усилителя, т. е. для более равномерного усиления сигналов, находящихся в диапазоне 150—1 500 *кгц*. Усиленный сигнал снимается с коллектора транзистора T_1 и через выходной конденсатор C_3 подается на следующий модуль (каскад). Назначение остальных деталей модуля М1-6 такое же, как и в модуле М1-4.

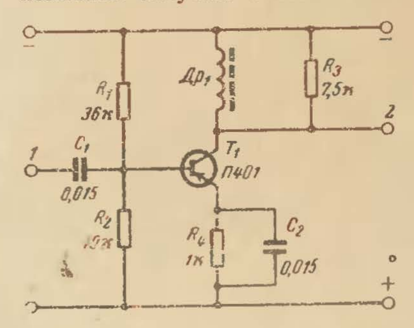


Рис. 6. Схема усилителя высокой частоты на дросселе без переходного конденсатора (М1-7).

Модуль М1-7 (рис. 6) отличается от схемы модуля М1-6 только отсутствием выходного конденсатора, что позволяет собирать многокаскадные усилители высокой частоты на дросселях или комбинированные усилители на дросселях и резисторах.

Модуль М1-8 (рис. 7) представляет собой усилитель высокой частоты, в котором коллекторной нагрузкой транзистора T_1 является первичная обмотка трансформатора высокой частоты $Тр_1$. Каскад усиления высокой частоты на трансформаторе позволяет получить еще более высокий коэффициент усиления на частотах 150—1 500 *кгц* за счет лучшего согласования с последующим каскадом (модулем), которое осуществляется посредством вторичной обмотки трансформатора высокой частоты $Тр_1$. Назначение остальных деталей модуля М1-8 такое же, как и в модуле М1-4.

Надо заметить, что наличие в наборе радиоконструктора модулей с тремя видами каскадов коллекторных нагрузок усилителей высокой частоты (резистор, дроссель и трансформатор) дает возможность собирать любые схемы усилителей высокой частоты.

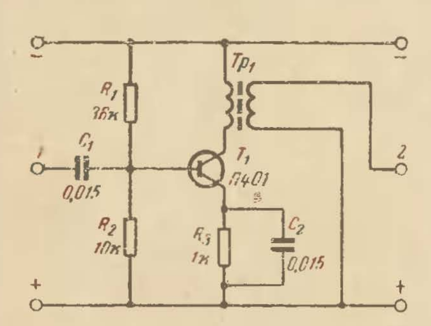


Рис. 7. Схема трансформаторного усилителя высокой частоты (М1-8).

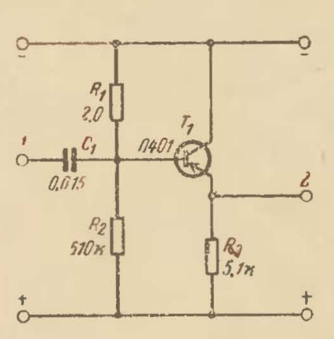


Рис. 8. Схема эмиттерного повторителя (М1-9).

Модуль М1-9 (рис. 8) представляет собой эмиттерный повторитель, который имеет большое входное (контакты *1*, «+») и малое выходное сопротивления (контакты *2*, «+»). Это позволяет использовать его для согласования каскадов, имеющих различные выходные и входные сопротивления. Например, применив этот модуль в качестве согласующего каскада между каскадом усиления высокой частоты с дросселем (модуль М1-6 или М1-7) и детекторным каскадом (модуль М2-10), можно получить более высокий коэффициент усиления каскада. Следует, однако, помнить, что сам эмиттерный повторитель никакого усиления не дает. Отличительной особенностью повторителя является то, что резисторы R_1 и R_2, обеспечивающие рабочий режим эмиттерного повторителя, имеют большое сопротивление, а сопротивлением нагрузки является резистор R_3, включенный в эмиттерную цепь. В цепи коллектора нагрузочное сопротивление отсутствует, а напряжение питания от батареи подается непосредственно на коллектор транзистора T_1.

Модуль М2-10 (рис 9) представляет собой детекторный каскад на диоде $Д_1$. Нагрузкой детектора является переменный резистор R_1,

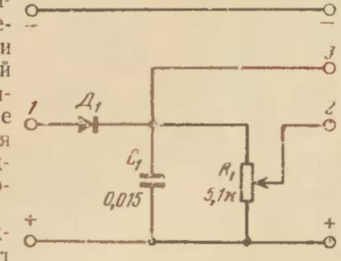


Рис. 9. Схема детекторного каскада (М2-10).

который позволяет регулировать величину напряжения низкочастотного сигнала, подаваемого на вход предварительного каскада усиления низкой частоты (контакты *2*, «+»). Конденсатор C_1 препятствует прохождению высокочастотной составляющей напряжения детектируемого сигнала по резистору нагрузки R_1 детектора. К контакту *3* подключается цепь автоматической регулировки усиления приемника, которая позволяет производить прием дальних и близко расположенных от места приема радиостанций с одинаковой громкостью. При этом следует иметь в виду, что общая чувствительность приемника с подключенной цепью автоматической регулировки усиления несколько уменьшается.

Модуль М2-11 (рис. 10) является регулятором громкости усилителей низкой частоты. Наличие разделительного конденсатора C_1 позволяет подключать этот модуль в качестве регулятора громкости как на вход усилителей низкой частоты, так и между каскадами предварительного усиления.

Рис. 10. Схема регулятора громкости (М2-11).

Модуль М3-12 (рис. 11) представляет собой предварительный каскад усиления низкой частоты, в котором нагрузкой коллекторной цепи транзистора T_1 является резистор R_3. Этот модуль отличается от модуля М1-4 только емкостями конденсаторов C_1, C_2 и C_3, которые значительно больше емкости аналогичных конденсаторов модуля М2-4; это диктуется необходимостью усиления более низких (звуковых) частот. В остальном все детали этого модуля такие же, как и в модуле М1-4, и предназначены для тех же целей.

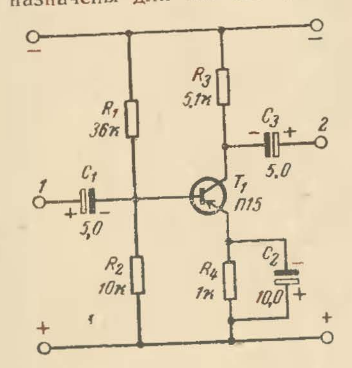


Рис. 11. Схема каскада предварительного усиления низкой частоты (М3-12).

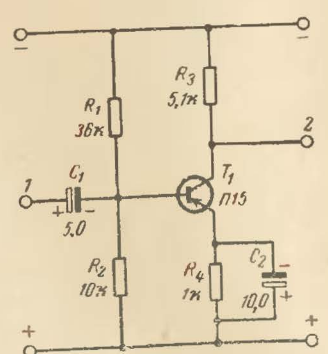


Рис. 12. Схема каскада предварительного усиления низкой частоты без переходного конденсатора (М3-13).

Модуль М3-13 (рис. 12) отличается от модуля М3-12 только отсутствием выходного конденсатора, что позволяет собирать многокаскадные усилители низкой частоты. В модулях предварительного усиления низкой частоты можно использовать транзисторы МП13, МП14, МП15, МП40, МП41, МП42.

Модуль М3-14 (рис. 13) представляет собой эмиттерный повторитель (см. модуль М1-9). Применение этого модуля, например, в усилителе низкой частоты, на вход которого необходимо подключить пьезоэлектрический звукосниматель, позволяет получить на выходе усилителя бо́льшую громкость воспроизведения грамзаписей.

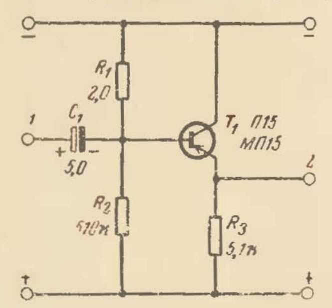


Рис. 13. Схема эмиттерного повторителя для использования в усилителях низкой частоты (М3-14).

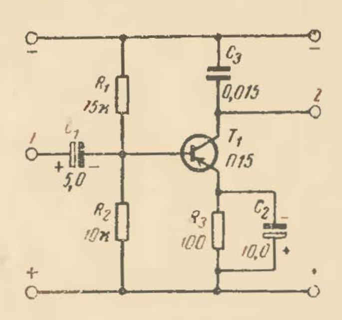


Рис. 14. Схема выходного каскада усилителя низкой частоты с непосредственным включением капсюля ДЭМ-4 (М4-15).

Это объясняется тем, что эмиттерный повторитель, имея большое входное сопротивление (и малое выходное), не нагружает звукосниматель, обладающий большим внутренним сопротивлением.

Модуль М4-15 (рис. 14) представляет собой оконечный каскад усиления низкой частоты с непосредственным включением высокоомного громкоговорителя (например, капсюля типа ДЭМ-4). Нагрузкой коллекторной цепи транзистора является высокоомная обмотка капсюля ДЭМ-4, которая подключается к контактам *2* и «—». Блокировочный конденсатор C_3 шунтирует обмотку капсюля по высоким частотам, чем достигается более приятное для слуха звучание. Резисторы R_1, R_2 и R_3 служат элементами стабилизации рабочего режима транзистора T_1. Электролитический конденсатор C_2 шунтирует резистор на звуковых частотах.

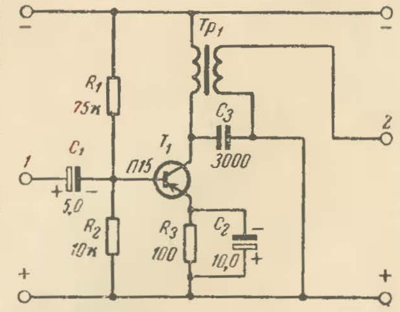


Рис. 15. Схема трансформаторного выходного каскада усилителя низкой частоты (М4-16).

Модуль М4-16 (рис. 15) является оконечным каскадом усиления низкой частоты с выходным трансформатором. Нагрузкой коллекторной цепи этого каскада служит первичная обмотка трансформатора Tp_1. Вторичная обмотка этого трансформатора, имеющая меньшее количество витков, позволяет подключать к выходу усилителя низкой частоты (контакты 2, «+») звуковые катушки низкоомных громкоговорителей. В качестве этого трансформатора

можно использовать выходной трансформатор от любого фабричного малогабаритного транзисторного приемника. Назначение остальных деталей модуля М4-14 такое же, как и в модуле М4-15.

В модулях М4-15 и М4-16 можно применить транзисторы МП15, МП40, МП41.

Модуль М5-17 (рис. 16) представляет собой усилитель низкой частоты с выходной мощностью 0,15 *вт*. Усилитель состоит из ступени предварительного усиления низкой частоты на транзисторе T_1 и выходной ступени, собранной по бестрансформаторной схеме на

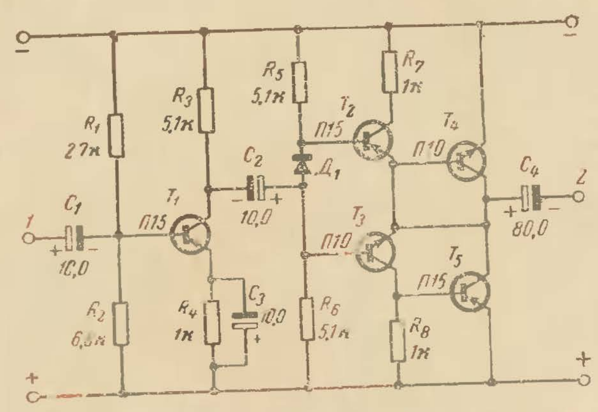


Рис. 16. Схема усилителя низкой частоты с выходной мощностью 0,15 *вт* (М5-17)

транзисторах T_2, T_3, T_4 и T_5. Применение в выходной ступени транзисторов с разными типами проводимости позволяет создать двухтактную схему оконечного усилителя без применения фазоинвертора или трансформатора. Низкое выходное сопротивление бестрансформаторной схемы, собранной на эмиттерных повторителях, позволяет непосредственно включать на выходе (контакт 2 и «—») обмотку звуковой катушки громкоговорителя, не прибегая к помощи выходного трансформатора. Заметим, что отсутствие в схеме усилителя трансформаторов значительно облегчает ее изготовление.

Ступень предварительного усиления собрана по обычной схеме усилительного каскада с общим эмиттером. Сигнал поступает на базу транзистора T_1 (контакт 1 и «+») через разделительный конденсатор C_1. Резисторы R_1, R_2 и R_4 определяют режим работы каскада усиления по постоянному току и обеспечивают температурную стабилизацию положения рабочей точки транзистора T_1. Резистор R_3 является нагрузкой. Усиленный сигнал снимается с коллектора транзистора T_1 и через переходный конденсатор C_2 поступает на оконечную ступень усиления. Делитель напряжения R_5, $Д_1$ и R_6 обеспечивает начальное смещение транзисторов оконечного каскада усилителя. Благодаря наличию резисторов R_7 и R_8 не требуется тщательный отбор транзисторов с одинаковыми параметрами. Величина емкости конденсатора C_4 значительно влияет на качество звучания громкоговорителя и должна быть не менее 80 *мкф*.

Модуль М5-18 (рис. 17) представляет собой усилитель низкой частоты с выходной мощностью 1 *вт*. Этот модуль в основном построен по схеме модуля М5-17 и отличается от последнего только тем, что в нем применены транзисторы T_4 и T_5 с большей выходной мощностью. Для уменьшения нелинейных искажений в схему усилителя введена цепь отрицательной обратной связи по постоянному и переменному токам. Резистор R_9 препятствует резкому из-

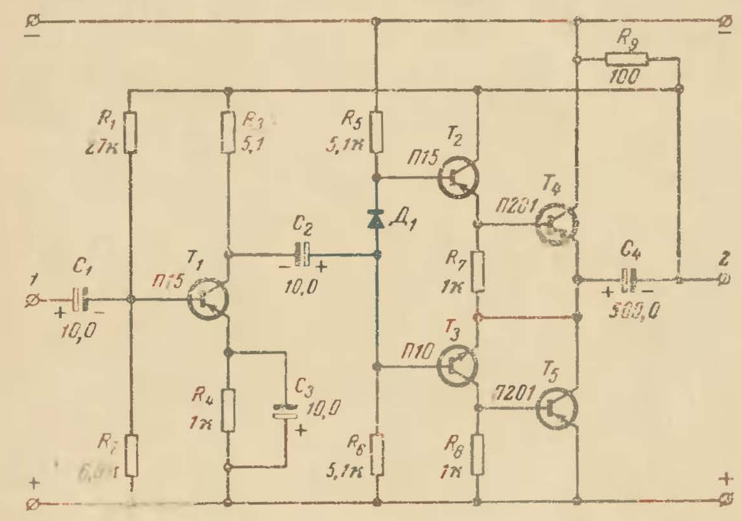


Рис. 17. Схема усилителя низкой частоты с выходной мощностью 1 *вт* (М5-18)

менению режима работы оконечного каскада усилителя в случае отключения звуковой катушки громкоговорителя.

В модуле М5-18 транзисторы П201 можно заменить транзисторами П201А, П202, П203.

Модуль М6-19 (рис. 18) является двухкаскадным усилителем низкой частоты с двухтактным трансформаторным выходным каскадом мощностью 0,25 *вт*. Первый каскад работает на транзисторе T_1; нагрузкой в цепи коллектора транзистора T_1 является первичная обмотка трансформатора $Тр_1$. Вторичная обмотка этого трансформатора, имеющая небольшое количество витков, подключена к базам транзисторов T_2 и T_3 двухтактного оконечного каскада усиления низкой частоты. За счет падения напряжения (около 0,15 *в*) на резисторе R_4 создается начальное смещение на базы транзисторов T_2 и T_3. Нагрузками коллекторных цепей транзисторов T_2 и T_3 является первичная обмотка выходного трансформатора $Тр_2$, имеющая средний вывод, который подключен к минусовой шине питания. Конденсатор C_3 шунтирует первичную обмотку трансформатора $Тр_2$ по высокой частоте для улучшения качества звучания громкоговорителя, который подключается ко вторичной обмотке трансформатора $Тр_2$ (контакт 2 и «+»). Назначение остальных деталей модуля такое же, как и в ранее описанных

Модуль М7-20 (рис. 19) представляет собой преобразователь частоты диапазона длинных волн (150—410 *кгц*). Преобразователь (смеситель и гетеродин) работает на одном транзисторе. Напряжение сигнала высокой частоты подается через разделительный конденсатор C_1 на базу транзистора, а напряжение гетеродина подается в эмиттер через конденсатор C_2. Гетеродин выполнен по схеме с общей базой. Связь между настраиваемой катушкой гетеродина L_1 и катушкой обратной связи L_2, включенной в цепь коллектора транзистора,—трансформаторная. Катушка гетеродина L_1 имеет отвод от 18—20-го витка, благодаря этому на смеситель можно подать только часть напряжения гетеродина; тем самым обеспечивается нормальный режим работы преобразователя частоты.

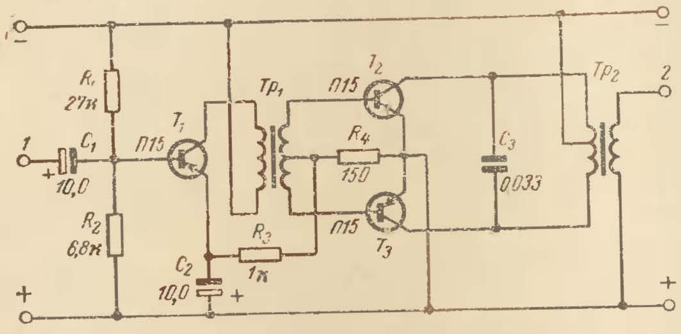


Рис. 18. Схема усилителя низкой частоты с двухтактным выходным каскадом мощностью 0,25 *вт* (М6-19).

Настройка контура гетеродина производится конденсатором переменной емкости, который подключается через сопрягающий конденсатор C_4 к катушке L_1. Конденсатор настройки подключается к контакту *4* — статор, ротор — к полюсовой шине питания. Заметим, что в длинноволновых и средневолновых приемниках применяют конденсатор настройки с твердым диэлектриком (от малогабаритных транзисторных приемников), в коротковолновых приемниках применяют блок переменных конденсаторов с воздушным диэлектриком.

Конденсатор C_3 служит для подстройки контура гетеродина в начале диапазона (410 *кгц*). Конец диапазона (150 *кгц*) контура гетеродина длинных волн подстраивают с помощью ферритового сердечника катушки L_1. Нагрузкой преобразователя частоты служит двухконтурный фильтр сосредоточенной селекции (L_4C_6 и L_5C_7) с емкостной связью через конденсатор C_8. Напряжение сигнала промежуточной частоты (465 *кгц*) снимается с катушки связи L_6 (контакты *2* и *3*). Резистор R_4 и конденсатор C_5 являются элементами развязывающего *RC*-фильтра, включенного в цепь питания коллектора и базы транзистора. Резисторы R_1, R_2 и R_3 определяют режим работы транзистора по постоянному току и обеспечивают температурную стабилизацию положения рабочей точки транзистора.

Катушки контура гетеродина L_1 и L_2, а также двухконтурный фильтр сосредоточенной селекции (L_3, L_4, L_5 и L_6) применены от малогабаритного переносного транзисторного приемника «Селга».

Модуль М7-21 представляет собой преобразователь частоты диапазона средних волн (525—1 600 *кгц*). Этот модуль по схеме и конструкции ничем не отличается от модуля М7-20, за исключением того, что сопрягающий конденсатор постоянной емкости C_4

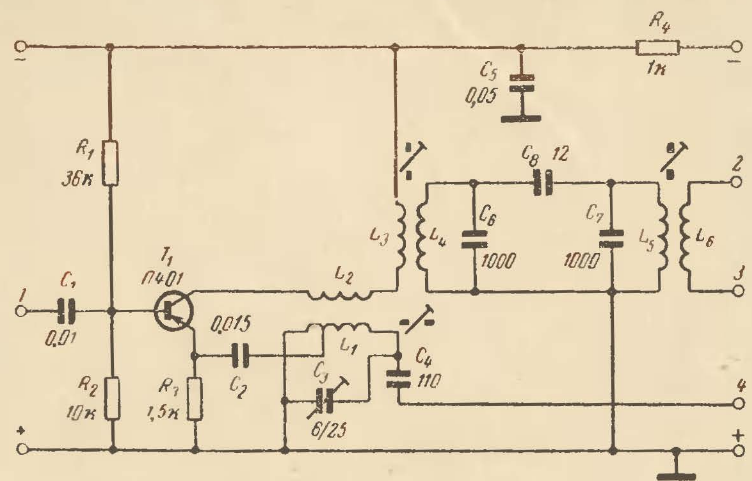


Рис. 19. Схема преобразователя частоты длинноволнового и средневолнового диапазонов (М7-20 и М7-21).

в модуле М7-21 имеет большую емкость (270 *пф*). Это объясняется необходимостью обеспечить большее перекрытие контура гетеродина (L_1, C_3, C_4) по частоте. Настройка контура гетеродина производится

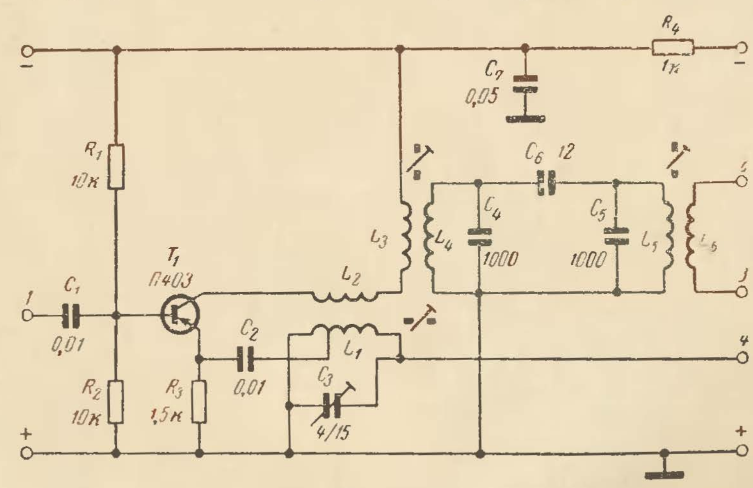


Рис. 20. Схема преобразователя частоты коротковолнового диапазона (М7-22).

конденсатором переменной емкости, который подключается так: статор одной секции сдвоенного блока переменных конденсаторов к контакту *4* и ротор — к контакту «+». Все катушки индуктивности модуля преобразователя средних волн применены от приемника «Селга» (в катушке контура гетеродина делают отвод от 10—12-го витка).

Модуль М7-22 (рис. 20) представляет собой преобразователь частоты, работающий в диапазоне коротких волн (6,0—15,8 *Мгц*). Схема и конструкция этого модуля мало чем отличаются от модулей М7-20 и М7-21. В связи с тем что этот преобразователь работает на более высоких частотах, в нем используется высокочастотный транзистор типа П403. Напряжение сигнала гетеродина снимается с части витков катушки контура гетеродина L_1 и через разделительный конденсатор C_2 подается на эмиттер транзистора. Сопрягающий конденсатор отсутствует, а конденсатор переменной емкости (с воздушным диэлектриком) подключается непосредственно к катушке гетеродина L_1 (статор к контакту *4*, а ротор к контакту «+»). Катушка гетеродина преобразователя коротких волн L_1 намотана на каркасе диаметром 7 *мм* проводом ПЭВ-2 0,55 и содержит 13 витков. Намотка производится виток к витку с отводом от второго витка. Катушка обратной связи L_2 намотана поверх катушки L_1 и содержит 5 витков провода ПЭЛШО 0,15. Для окончательной подгонки необходимой величины индуктивности катушки L_1 используется ферритовый сердечник диаметром 3 *мм*. Назначение остальных деталей модуля М7-22 и их конструкция такие же, как в модулях М7-20 и М7-21. В модулях преобразователей частоты можно использовать транзисторы типа П402, П414, П415, ГТ309, ГТ310, 1Т308.

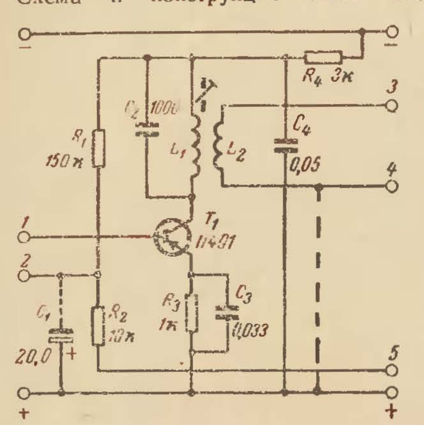


Рис. 21. Схема трансформаторного каскада усиления промежуточной частоты (М8-23 и М8-24).

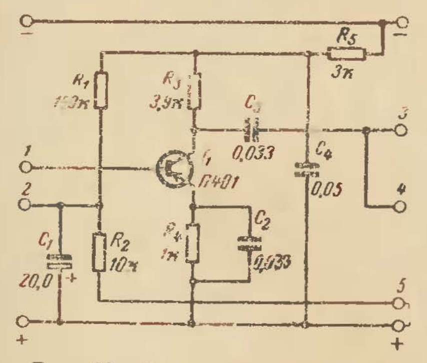
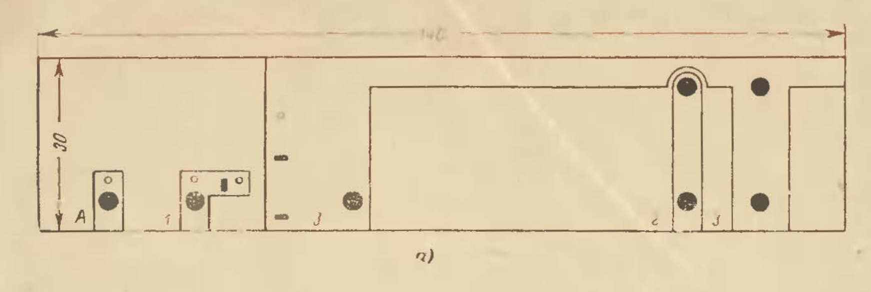
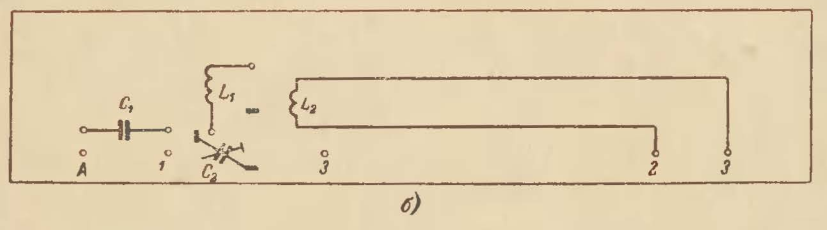


Рис. 22. Схема резистивного каскада усиления промежуточной частоты (М8-25).

Модуль М8-23 (рис. 21) представляет собой усилитель промежуточной частоты. Входной сигнал подается на базу транзистора (контакты *1* и *2*). Резисторы R_1, R_2 и R_3 обеспечивают необходимый режим работы транзистора по постоянному току. Электроли-

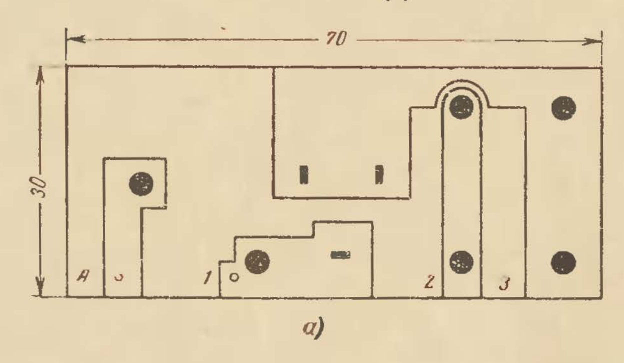


а)

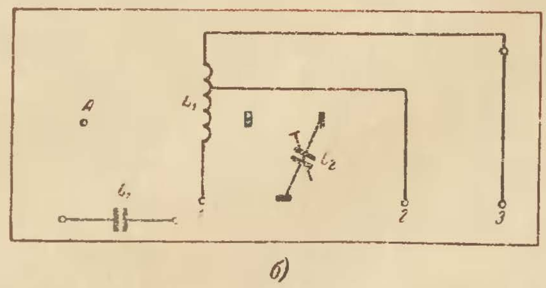


б)

Рис. 23. Печатная плата (*а*) и размещение на ней деталей модулей М1-1 и М1-2 (*б*).



а)

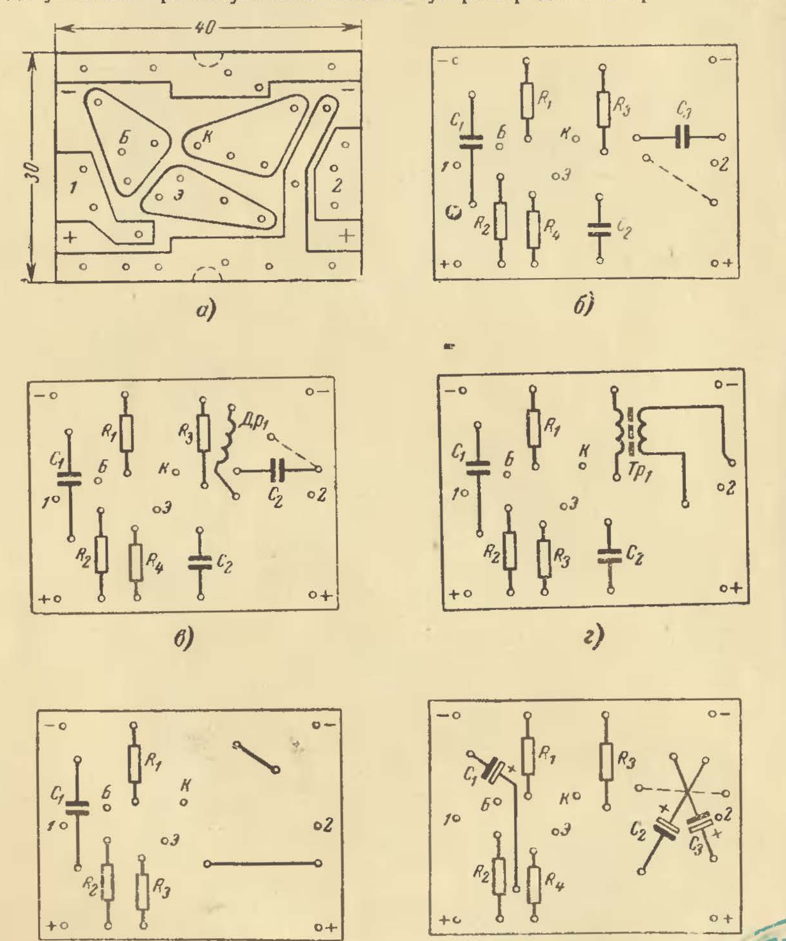


б)

Рис. 24. Печатная плата (*а*) и размещение на ней деталей модуля М1-3 (*б*).

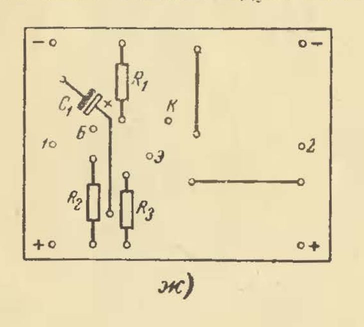
тический конденсатор C_1 является развязывающим конденсатором RC-фильтра АРУ. Если автоматическая регулировка усиления не применяется, то контакт *5* замыкается перемычкой на плюсовую шину питания. Нагрузкой коллекторной цепи транзистора служит контур L_1C_2, настроенный на промежуточную частоту 465 *кгц*. Усиленное напряжение промежуточной частоты снимается с катушки связи L_2 и поступает на следующий каскад (модуль) через контакты *3* и *4*. Резистор R_4 и конденсатор C_4 образуют развязывающий RC-фильтр, включенный в цепь питания транзистора. Фильтр промежуточной частоты L_1 и L_2 применен от приемника «Селга».

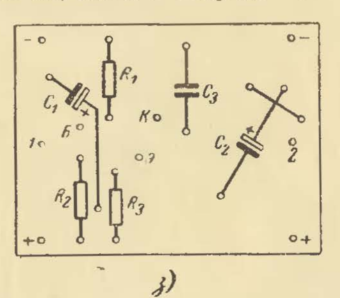
Модуль М8-24 также представляет собой усилитель промежуточной частоты. Этот модуль используется в качестве второго каскада усиления промежуточной частоты супергетеродинных приемников.



Его схема и конструкция аналогичны схеме и конструкции модуля М8-23, за исключением того, что катушка связи L_2 фильтра промежуточной частоты имеет большее число витков. Это необходимо для согласования выхода модуля М8-24 (контакт *3* и контакт «+») со входом следующего модуля (детекторного каскада). Катушки фильтра промежуточной частоты модуля М8-24 взяты от приемника «Селга».

Модуль М8-25 (рис. 22) представляет собой усилитель промежуточной частоты, нагрузкой коллекторной цепи транзистора которого является резистор R_3. Усиленный сигнал промежуточной частоты снимается с коллектора транзистора и через конденсатор C_3 поступает на вход следующего каскада (модуля). Назначение остальных деталей модуля М8-25 такое же, как и в модулях М8-23





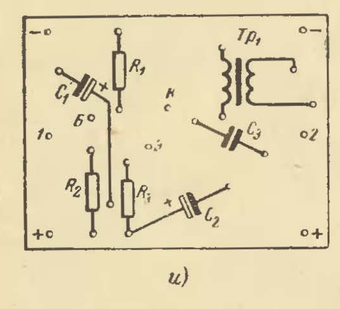


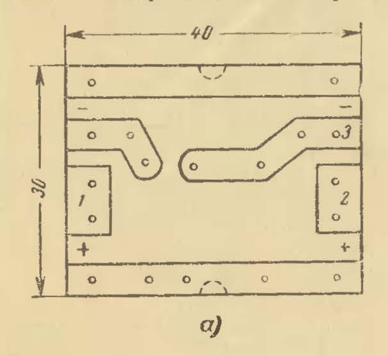
Рис. 25. Печатная плата (*а*) и размещение на ней деталей модулей М1-4 и М1-5 (*б*), М1-6 и М1-7 (*в*), М1-8 (*г*), М1-9 (*д*), М3-12 и М3-13 (*е*), М3-14 (*ж*), М4-15 (*з*), М4-16 (*и*).

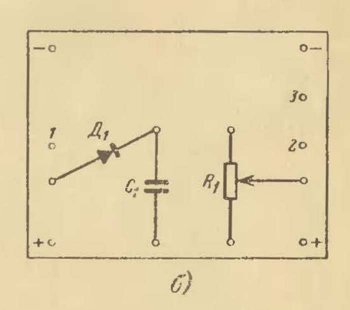
и М8-24. Печатные платы модулей радиоконструктора показаны на рис. 23—30.

БЛОК ПИТАНИЯ

Принципиальная схема блока питания радиоконструктора показана на рис. 31. Понижающий трансформатор Tp_1, первичная обмотка которого рассчитана на включение в сеть переменного тока с напряжением 127 и 220 *в*, понижает напряжение сети до 12 *в*. Это напряжение через реостат R_1 поступает на зажимы (~12 *в*), к которым подключают низковольтный электропаяльник, имеющийся в наборе инструмента радиоконструктора.

Полупроводниковые диоды типа Д303 включены по двухполупериодной мостовой схеме. Выпрямленное напряжение через предохранитель подводится к выходным зажимам блока питания. Электролитический конденсатор большой емкости C_1 сглаживает пульсацию выпрямленного напряжения. С помощью тумблера $Вк_1$





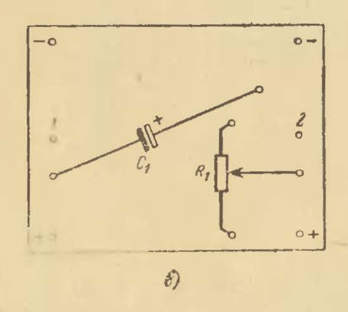


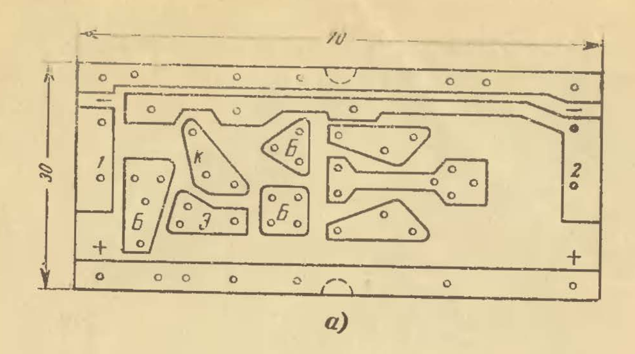
Рис. 26. Печатная плата (*а*) и размещение на ней деталей модулей М2-10 (*б*), М2-11 (*в*).

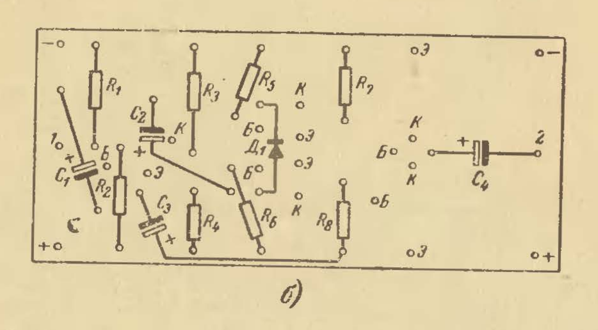
к выпрямителю подключают для зарядки аккумуляторную батарею. Зарядный ток контролируется по накалу индикаторной лампочки $Л_2$. Аккумуляторная батарея имеет отвод 6 *в*. Это напряжение используется для питания модулей радиоконструктора. Можно применить аккумуляторы типа ЦНК-0,45—10 шт.; 2КНЕ-2—5 шт.; СЦ-0,5 или СЦ-1,5—8 шт.

Трансформатор выполнен на ленточном магнитопроводе (сечение сердечника 12×25 *мм*) с двумя катушками. На одной катушке расположена сетевая обмотка, содержащая 2 400 витков (с отводом от 1 350-го витка), намотанных проводом ПЭВ-2 0,25, а на второй катушке намотаны понижающие обмотки трансформатора, которые имеют по 130 витков провода ПЭВ-2 0,8.

Блок питания смонтирован на плате размером 130×115 *мм*, изготовленной из гетинакса толщиной 3 *мм*.

На выходе выпрямителя включен стабилизатор напряжения 6—8 *в* и ток до 1,5 *а* (рис. 32). Этот стабилизатор можно смонтировать в виде отдельного модуля и использовать его для питания модулей радиоконструктора. Стабилизатор напряжения подключается к выпрямителю блока питания (—12 *в*, +12 *в*). Переменным резистором R_5 можно регулировать в небольших пределах напряжение на выходе стабилизатора.





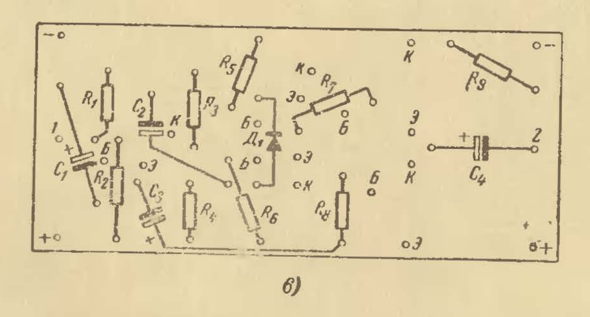
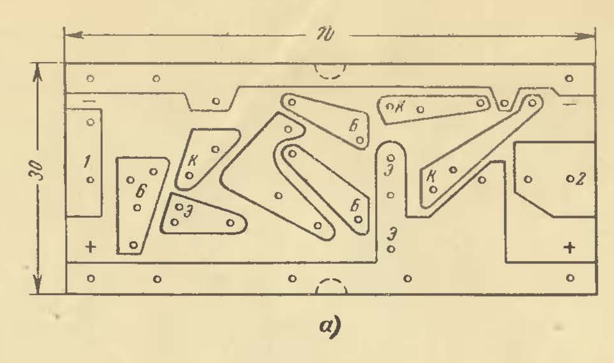


Рис. 27. Печатная плата (*а*) и размещение на ней деталей модулей М5-17 (*б*) и М5-18 (*в*).



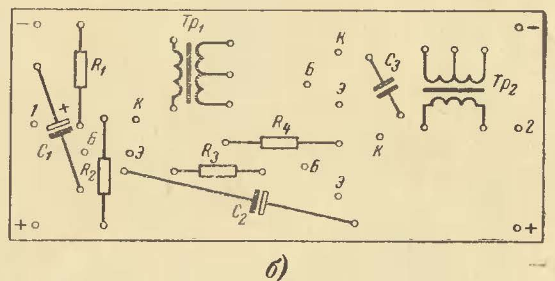
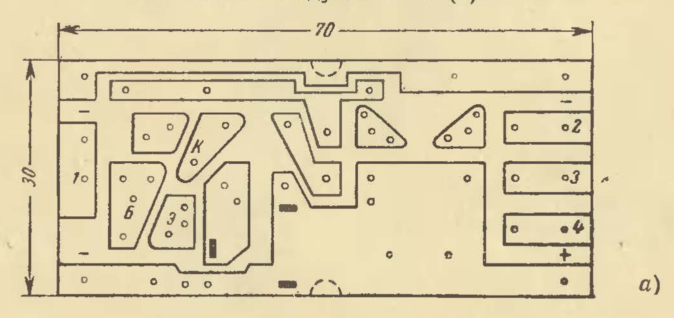


Рис. 28. Печатная плата (*а*) и размещение на ней деталей модуля М6-19 (*б*).



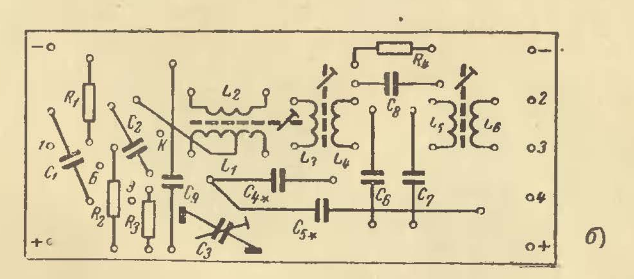
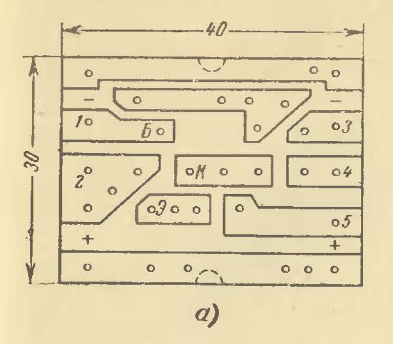
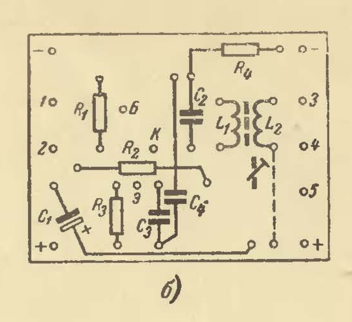


Рис. 29. Печатная плата (*а*) и размещение на ней деталей модулей М7-20, М7-21, М7-22 (*б*).





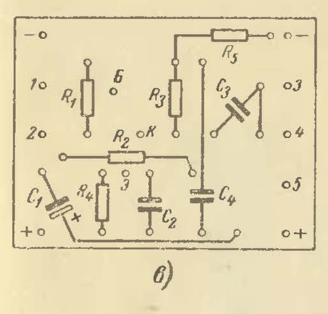


Рис. 30. Печатная плата (*а*) и размещение на ней деталей модулей М8-23 и М8-24 (*б*), М8-25 (*в*).

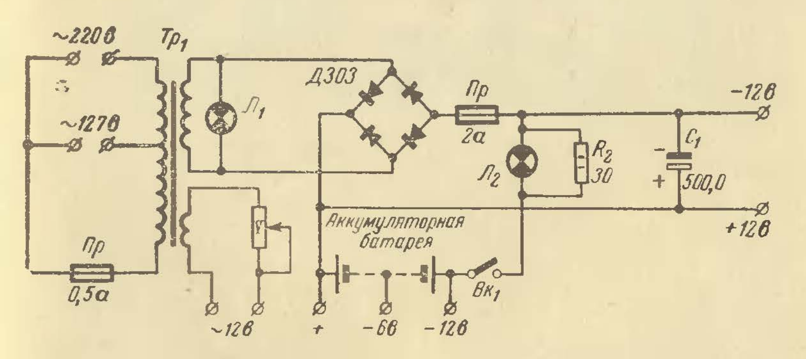


Рис. 31. Схема блока питания.

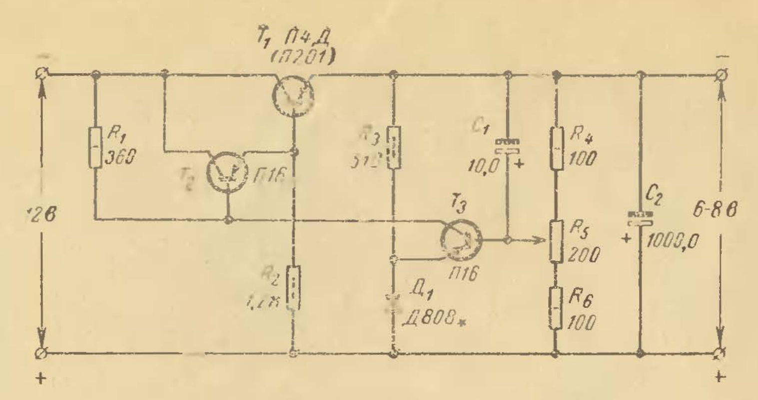


Рис. 32. Схема стабилизатора напряжения.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ И ИНСТРУМЕНТЫ

К вспомогательным деталям (рис. 33), входящим в комплект набора конструктора, относятся: измерительный прибор, инструмент, сетевой шланг питания, шланг питания, подающий напряже-

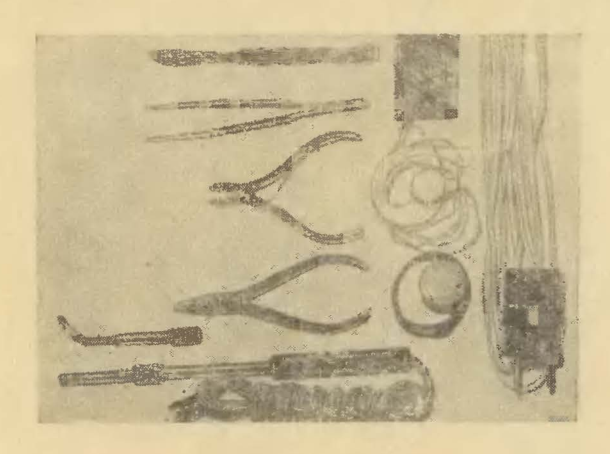


Рис. 33. Вспомогательные детали и инструменты.

ние постоянного тока от блока питания к модулям, и радиодетали. В качестве измерительного прибора можно использовать любой тестер. Желательно, чтобы его размеры были минимальными, так как это будет определять габариты ящика радиоконструктора. В данном радиоконструкторе используется ампервольтметр Ц430/1. Для работы с радиоконструктором необходимы следующие инструменты: пинцет, ланцет, кусачки, плоскогубцы и низковольтный электропаяльник с двумя сменными жалами (торцовым и Г-образным). Все инструменты расположены в специальной секции ящика радио-

конструктора. Олово и канифоль, необходимые для пайки, находятся в металлической баночке с крышкой, вмонтированной в деревянный щиток, предназначенный для крепления малогабаритных громкоговорителей.

В набор радиодеталей, имеющихся в радиоконструкторе, входят два малогабаритных сдвоенных блока переменных конденсаторов (с воздушным и твердым диэлектриком), два громкоговорителя мощностью 0,15 и 2 *вт*, электромагнитный капсюль типа ДЭМ-4М, малогабаритный динамический микрофон от слухового аппарата типа «Кристалл», раздвижная телескопическая антенна от приемника «Спидола», постоянные резисторы типа МЛТ-0,25 и конденсаторы типа МБМ различных номиналов, а также несколько кусков монтажного провода. Все радиодетали размещены в отведенных для них секциях ящика.

ЯЩИК

Ящик радиоконструктора представляет собой чемодан размером 410×290×110 *мм*, изготовленный из фанеры толщиной 8—10 *мм* (боковые стенки) и 4—5 *мм* (дно и крышка). Дно ящика служит отражательной доской для громкоговорителя 2ГД-1. В центре дна выпилено отверстие диаметром 130 *мм*, которое закрыто металлической сеткой. В углах дна установлены резиновые ножки, которые одновременно служат амортизаторами и поднимают дно над столом,

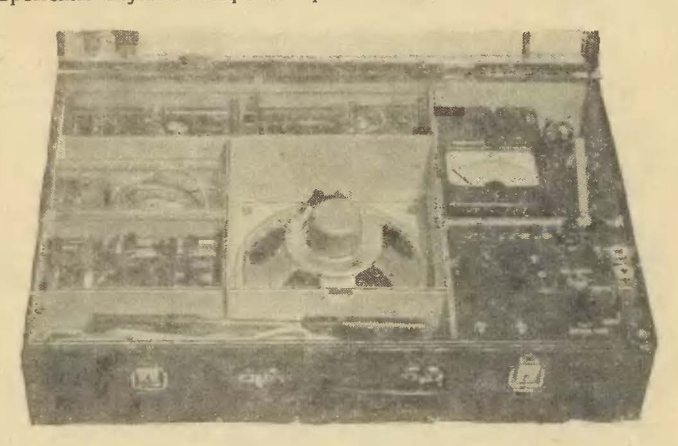


Рис. 34. Размещение модулей, вспомогательных радиодеталей, инструментов, блока питания и измерительного прибора в ящике радиоконструктора.

что необходимо для нормальной работы громкоговорителя. С внутренней стороны крышки ящика размещен альбом схем модулей радиоконструктора и блок-схем конструкций, рекомендованных для сборки. Эти схемы закрыты прозрачной крышкой, изготовленной из органического стекла толщиной 1,5—2 *мм*.

Ящик разделен перегородками на секции, дно которых выстилается поролоном толщиной 8—10 *мм*.

С наружной стороны ящик покрыт масляным водозащитным лаком. На рис. 34 показан внешний вид радиоконструктора с открытой крышкой.

НАЛАЖИВАНИЕ МОДУЛЕЙ

Налаживание первых трех модулей М1-1, М1-2 и М1-3 сводится к подбору числа витков катушек L_1. В модулях М1-1 и М1-2 это делается изменением числа витков, а также перемещением этих катушек по ферритовому стержню. При правильно подобранном числе витков громкость работы приемников в конце диапазона (150 и 525 *кгц*) будет максимальной. На громкость работы и избирательность (отстройку от мешающих радиостанций) приемников также влияет расположение катушек связи L_2 по отношению к катушкам L_1. Их взаимное расположение следует подбирать по лучшей громкости и избирательности приемника. Индуктивность катушки L_1 модуля М1-3 подбирают с помощью магнитного сердечника, о чем уже говорилось в первой главе. Подстройка всех входных контуров модулей М1-1, М1-2 и М1-3 в начале их рабочих диапазонов (410 *кгц*, 1 600 *кгц* и 15,8 *Мгц*) производится конденсаторами C_2. Окончательную настройку контуров лучше всего выполнять с помощью генератора высокой частоты. Применение измерительных приборов значительно облегчает настройку всех модулей радиоконструктора, а поэтому лучше всего их настраивать в каком-либо радиокружке или радиоклубе.

Налаживание модулей усилителей высокой частоты М1-4—М1-8 начинают с проверки режима транзисторов по потребляемым токам. При этом, конечно, надо быть уверенным в том, что транзисторы исправны, для чего перед установкой в модули их необходимо проверить на специальных приборах. Для измерения токов, потребляемых модулями, необходимо иметь миллиамперметр с пределом измерения 3—5 *ма*, который включают в разрыв минусовой цепи питания, т. е. между контактом «—» модуля и минусовым проводом, подающим напряжение от блока питания. «Плюсовой» провод шланга питания подключают непосредственно к плюсовой шине питания (контакт «+»). Ток, потребляемый модулями усилителей высокой частоты, должен быть в пределах 0,5—1,2 *ма*. Если ток значительно отличается от указанного, то это говорит об ошибках в монтаже печатной платы модуля, либо о неисправности резисторов R_1, R_2, R_3, R_4, а также дросселя $Др_1$ и трансформатора $Тр_1$. Режим транзистора по постоянному току устанавливают подбором резистора R_1. Если есть возможность использовать измерительные приборы (генератор высокой частоты и осциллограф), то на вход модулей (контакты *1* и «+») подается сигнал высокой частоты (100—150 *кгц*), а выход модулей (контакты *2* и «+») подключают к осциллографу, на экране которого наблюдается форма и амплитуда усиленного сигнала высокой частоты. Вместо осциллографа можно использовать ламповый вольтметр переменного тока. Сравнивая показание измерительного прибора этого вольтметра или амплитуду напряжения на экране осциллографа с уровнем сигнала с выхода генератора высокой частоты, можно узнать, во сколько раз усиливает данный модуль, т. е. определить его коэффициент усиления. Например, если амплитуда усиленного напряжения высокой частоты равняется 0,5 *в*, а амплитуда сигна-

ла, поступающего с генератора высокой частоты, равна 10 *мв*, то коэффициент усиления модуля будет определяться соотношением величин

$$\frac{0{,}05 \cdot 1\,000}{10} = 50,$$

т. е. данный модуль усиливает поступающий на него сигнал в 50 раз, что является средней величиной возможного коэффициента усиления на частотах 100—150 *кгц* при применении транзисторов типа П401. По форме синусоидального сигнала, наблюдаемого на экране осциллографа, можно судить о наличии нелинейных искажений и снять амплитудную характеристику модулей усилителей высокой частоты.

Модули М1-9 и М3-14 (эмиттерные повторители) практически никакой наладки не требуют. Нужно только убедиться в исправности транзистора. Модули М2-10 и М2-11 также не требуют никакой наладки.

Модули М3-12 и М3-13 (предварительные каскады усиления низкой частоты) налаживают так же, как и модули каскадов усиления высокой частоты, т. е. налаживание начинают с измерения постоянных токов, потребляемых этими модулями. Токи этих модулей, как и модулей каскадов усиления высокой частоты, должны находиться в пределах 0,8—1,2 *ма*. При применении приборов порядок наладки модулей ничем не отличается от наладки модулей высокой частоты, за исключением того, что вместо генератора высокой частоты используется генератор звуковой частоты (100—10 000 *гц*). Модули М4-15 и М4-16 (оконечные каскады усиления низкой частоты) налаживают так же, как и модули предварительных каскадов усиления низкой частоты. Токи, потребляемые этими модулями, находятся в пределах 3—5 *ма*.

Налаживание модулей М5-17 и М5-18 (усилители низкой частоты с выходной мощностью 0,15 и 1 *вт*) начинают с проверки потребляемых ими токов. При питании этих модулей от источника с напряжением 6 *в* общий ток, потребляемый модулем М5-17, должен быть порядка 3,5—4 *ма*, а модулем М5-18 — в пределах 4—5 *ма*. В случае большого отличия токов от указанных значений следует тщательно проверить, правильно ли выполнен монтаж этих модулей и исправны ли транзисторы T_1, T_2, T_3, T_4 и T_5. Окончательную проверку модулей М5-17 и М5-18 лучше всего сделать с помощью генератора звуковой частоты и осциллографа. С выхода генератора звуковой частоты на вход модулей (контакты *1* и «+») подается напряжение звуковой частоты (400—1 000 *гц*). На выход модулей (контакты *2* и «—») подключают нагрузку — громкоговоритель 0,15ГД-1 к модулю М5-17 и 2ГД-1 к модулю М5-18. Параллельно звуковым катушкам громкоговорителя подключают вход осциллографа или вольтметр переменного тока. Лучше использовать осциллограф, так как это дает возможность оценить по форме синусоидального сигнала на экране осциллографа наличие нелинейных искажений, вносимых усилителем низкой частоты. При этом следует иметь в виду, что на вход усилителей нужно подавать напряжение с амплитудой не более 0,15—0,25 *в*. При наличии нелинейных искажений необходимо определить, какой каскад вносит искажения — предварительный, работающий на транзисторе T_1, или оконечный, работающий на транзисторах $T_2 — T_5$. Если искажения

вносит оконечный каскад (а это бывает чаще всего), то для их уменьшения необходимо более тщательно подобрать транзисторы T_2 и T_5, T_3 и T_4 в модуле М5-17 и транзисторы T_2 и T_3, T_4 и T_5 в модуле М5-18 так, чтобы их параметры были близки.

Налаживание модуля М6-19 (усилитель низкой частоты с двухтактным каскадом на трансформаторах с выходной мощностью 0,25 *вт*) нужно начинать с подбора сопротивления резистора R_4. Падение напряжения на нем за счет протекания эмиттерного тока транзистора T_1 должно быть в пределах 0,12—0,15 *в*. Это напряжение используется для смещения рабочих точек транзисторов T_2 и T_3, чем обеспечивается их режим работы по постоянному току. Общий ток, потребляемый модулем М6-19 от источника питания с напряжением 6 *в*, должен быть в пределах 2,5—3,5 *ма*. Окончательную проверку работы этого модуля выполняют с помощью измерительных приборов.

При налаживании модулей М7-20—М7-22 (преобразователи частот) прежде всего необходимо убедиться в том, работают ли гетеродины, т. е. определить наличие генерации. С этой целью в разрыв коллекторной цепи питания транзистора T_1 (между катушкой L_3 и контактом «—») подключают миллиамперметр на 3—5 *ма* и, замыкая накоротко катушку L_1 или L_2, наблюдают за показаниями миллиамперметра. Если при замыкании этих катушек ток уменьшается, то это говорит о том, что гетеродины работают нормально. В случае отсутствия генерации необходимо поменять местами концы катушки L_2 или увеличить число ее витков. Общие токи, потребляемые модулями М7-20—М7-22, должны находиться в пределах 1—2,5 *ма*.

При наладке модулей преобразователей частоты необходимо к их входам подключить входные контуры, т. е. модуль М1-1 к модулю М7-20, модуль М1-2 к модулю М-21 и модуль М1-3 к модулю М7-22, а также подпаять выводы конденсаторов переменной емкости к соответствующим выводам модулей входных контуров и преобразователей частот (см. гл. 1). Преобразователи частот лучше всего налаживать с помощью генератора высокой частоты и лампового вольтметра переменного тока или осциллографа. Налаживание начинают с настройки фильтров промежуточной частоты L_4, $C_6(C_4)$ и L_5, $C_7(C_5)$ на частоту 465 *кгц*. Для этого к входу модулей М7-20—М7-22 (контакт *1* и контакт «+») подключают выход генератора высокой частоты, настроенного на частоту 465 *кгц*, а к выходу этих модулей (контакты *2* и *3*) подключают милливольтметр или осциллограф. Далее вращением магнитных сердечников катушек L_4 и L_5 добиваются максимального отклонения стрелки вольтметра или наибольшей амплитуды сигнала на экране осциллографа. После настройки фильтров промежуточной частоты приступают к определению границ частот, генерируемых гетеродинами модулей преобразователей. Для этого на входы преобразователей подают от генератора высокой частоты сигнал с частотой 150—410 *кгц* (модуль М7-20), 525—1 500 *кгц* (модуль М7-21) и 6,0—15,8 *Мгц* (модуль М7-22). При этом следует иметь в виду, что высокочастотные края диапазонов настраивают при выведенных роторах блока конденсаторов переменной емкости (минимальная емкость), а низкочастотные края диапазонов — при полностью введенных роторах блока конденсаторов (максимальная емкость). На высокочастотном краю диапазона контуры гетеродинов подгоняют с помощью подстроечных конденсаторов C_3 по максимальному показанию милливольтметра переменного тока (или осциллографа), а низкочастотную границу частот этих контуров устанавливают с помощью магнитных сердечников катушек L_1. Эти операции нужно поочередно повторить несколько раз, добиваясь все время максимального показания милливольтметра. После настройки контуров гетеродинов преобразователей приступают к сопряжению настроек этих контуров с входными контурами (модулями М1-1—М1-3). Для этого на вход этих модулей от генератора высокой частоты подают те же частоты, что и при настройке контуров гетеродинов (150—410, 525—1 500 *кгц* и 6,0—15,8 *Мгц*), и с помощью регулировки подстроечных конденсаторов C_2 модулей М1-1—М1-3 добиваются максимального показания милламперметра на высокочастотных границах всех диапазонов, а с помощью подгоики индуктивности катушек L_1 (см. гл. 1) максимального показания милливольтметра на низкочастотных концах диапазонов. Эту операцию повторяют поочередно несколько раз (при этом, конечно, не надо забывать изменять емкость блока конденсаторов переменной емкости). Подробно о сопряжении контуров супергетеродинных приемников можно прочесть в журналах «Радио» и брошюрах МРБ.

Модули М8-23 и М8-24 (первый и второй каскады усиления промежуточной частоты) налаживают с помощью генератора высокой частоты и милливольтметра переменного тока. На входы моду-

Модуль	Общий ток, потребляемый модулем, *ма*	Напряжение на коллекторе транзистора T_1, *в*	Напряжение на базе транзистора T_1, *в*	Напряжение на эмиттере транзистора T_1, *в*
М1-1	—	—	—	—
М1-2	—	—	—	—
М1-3	—	—	—	—
М1-4	0,8	4,5	1,2	1,0
М1-5	0,8	4,5	1,2	1,0
М1-6	0,8	6,0	1,0	0,8
М1-7	0,8	6,0	1,0	0,8
М1-8	0,8	6,0	1,2	1,0
М1-9	0,2	6,0	0,6	0,6
М2-10	—	—	—	—
М2-11	—	—	—	—
М3-12	1,0	2,0	0,5	0,3
М3-13	1,0	2,0	0,5	0,3
М3-14	0,2	6,0	0,6	0,6
М4-15	4,5	5,5	0,4	0,3
М4-16	4,5	5,5	0,4	0,3
М5-17	3,5	5,0	1,0	0,8
М5-18	4,0	4,0	1,2	1,0
М6-19	2,8	5,5	1,8	1,6
М7-20	1,0	5,0	1,2	1,4
М7-21	1,3	5,0	1,6	1,9
М7-22	2,0	5,0	2,6	2,7
М8-23	1,0	4,0	1,0	0,8
М8-24	1,0	4,0	1,0	0,8
М8-25	0,8	1,6	0,85	0,7

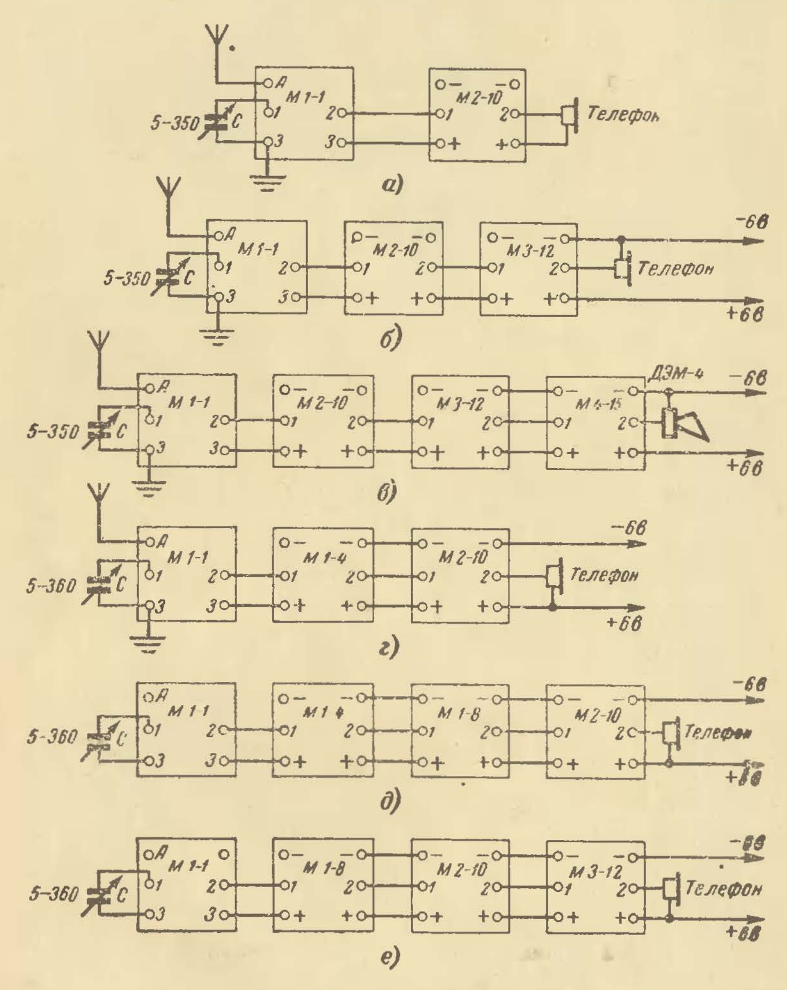
лей подают сигнал с частотой 465 *кгц* (контакты *1* и *2* в модулях М8-23, М8-24 и М8-25 замыкают между собой, контакт *5* замыкают с «+» шиной, а конденсатор C_1 отключают) и по максимальному показанию милливольтметра, подключенного к контакту *3* и контакту *4*, вращением магнитных сердечников катушек L_1 настраивают фильтры промежуточной частоты на частоту 465 *кгц*.

Постоянные токи, потребляемые модулями усилителей промежуточной частоты, находятся в пределах 0,8—1,0 *ма*.

Модуль М8-25 (усилитель промежуточной частоты на резисторе) мало чем отличается от модулей усилителей высокой частоты и налаживается теми же способами. В таблице приведены величины напряжений и токов всех модулей радиоконструктора, замеренные тестером типа АВО-5М (или ТТ-1, ТТ-3 и т. д.) при напряжении источника питания 6 *в*.

БЛОК-СХЕМЫ УСТРОЙСТВ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ СБОРКИ

Полный набор модулей радиоконструктора (25 модулей) позволяет собирать большое количество различных схем приемников, усилителей и других устройств. На рис. 35 приведены блок-схемы некоторых типовых приемников и усилителей низкой частоты, собранных из модулей радиоконструктора. Детекторный приемник типа О-V-О, т. е. самый простой, в котором отсутствуют усилители высокой и низкой частот, состоит всего из двух модулей М1-1 и М2-10 (рис. 35,*а*). Такой приемник может принимать длинноволновые мощные радиостанции. Чтобы услышать удаленные или менее



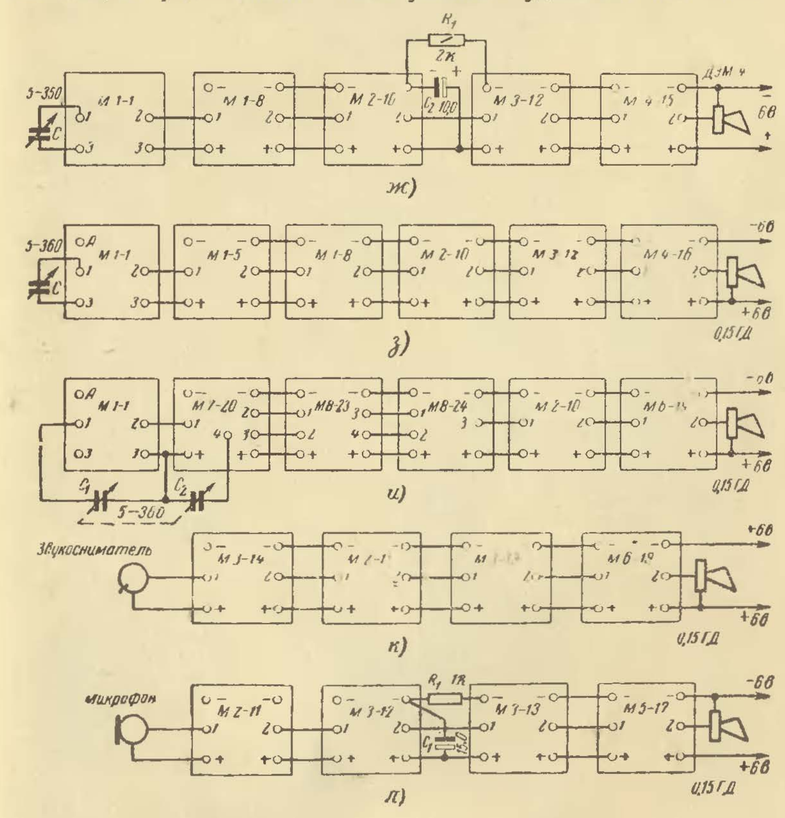


Рис. 35. Блок-схемы приемников и усилителей, рекомендуемые для сборки.

мощные радиостанции, к нему надо присоединить наружную антенну, подключив ее к гнезду *А* модуля M1-1. К приемнику необходимо также подключить заземление, в качестве которого можно использовать трубу водопровода, припаяв к ней медный гибкий провод (трубу нужно предварительно зачистить до блеска). Головные телефоны подключают к выходу детекторного каскада (модуль M2-10). Настройку на радиостанции производят переменым конденсатором (используется одна секция сдвоенного блока конденсаторов переменной емкости).

В блок-схеме, показанной на рис. 35,*б* добавлен модуль M3-12— усилитель низкой частоты. Такой детекторный приемник (по схеме O-V-1) позволяет получить громкое звучание принимаемых станций.

Приемник, собранный по блок-схеме, показанной на рис. 35,*в*, состоит из четырех модулей M1-1, M2-10, M3-12 и M4-15. Такой детекторный приемник обозначают O-V-2, т. е. этот приемник имеет два каскада усиления низкой частоты, что позволяет обеспечить еще более громкое звучание принимаемых радиостанций. В качестве громкоговорителя на выходе модуля M4-15 включен электромагнитный микротелефонный капсюль ДЭМ-4М.

Блок-схема, показанная на рис. 35,*г*, позволяет собрать приемник прямого усиления по схеме 1-V-O, который имеет один каскад усиления высокой частоты — модуль M1-4. Наличие усилителя высокой частоты увеличивает чувствительность детекторного приемника, в результате чего приемник будет принимать большее число станций. Приемник, блок-схема которого (рис. 35,*д*) построена по типу 2-V-O, имеет два каскада усиления высокой частоты, что делает приемник настолько чувствительным, что можно не применять наружную антенну и не подключать заземление, а вести прием радиостанций на ферритовую антенну. Однако заметим, что в приемниках, содержащих два и более каскадов усиления высокой частоты, может возникнуть паразитная генерация (по этой причине применять более трех каскадов усиления по высокой частоте вообще не следует). В случае возникновения паразитной генерации (обычно она выражается в свистах в телефонах или громкоговорителе, шипении пр.) необходимо включить развязывающие *RC*-фильтры, состоящие из резисторов и конденсаторов постоянной емкости между каскадами (модулями) высокой частоты (рис. 36) вместо соединительных перемычек в минусовой шине питания модулей. Сопротивление резисторов обоих фильтров 1 *ком*, емкость конденсаторов 0,05 *мкф*.

Блок-схема рис. 35,*е* состоит из четырех модулей M1-1, M1-8, M2-10 и M3-12, которые образуют приемник прямого усиления типа 1-V-1, т. е. такой приемник имеет один каскад усиления высокой частоты и один каскад усиления низкой частоты. Блок-схема рис. 35,*ж* содержит пять модулей (M1-1, M1-8, M1-10, M3-12, M4-15) и отличается от предыдущей схемы приемника тем, что в нее добавлен оконечный каскад усиления по низкой частоте, что позволяет включить на выходе этого приемника громкоговоритель. В данном случае вместо громкоговорителя используется микротелефонный капсюль ДЭМ-4М (модуль M4-15 специально предназначен для подключения этого капсюля). Этот приемник обеспечивает громкий прием близкорасположенных радиостанций на ферритовую антенну. Резистор R_1 и конденсатор C_2 образуют развязывающий *RC*-фильтр,

обеспечивающий более устойчивую в отношении самовозбуждения работу приемника.

Блок-схема, показанная на рис. 35,*з*, состоит из шести модулей (M1-1, M1-5, M1-8, M2-10, M3-12 и M4-16) и представляет собой приемник прямого усиления 2-V-2, т. е. такой приемник имеет два каскада усиления высокой частоты и два каскада усиления низкой частоты, что делает его более чувствительным по сравнению с предыдущей схемой. На этот приемник уже возможен прием удаленных радиостанций и значительно большей громкостью.

Супергетеродинный приемник собран по блок-схеме (рис. 35,*и*), состоящей из шести модулей: M1-1, M7-20, M8-23, M8-24, M2-10 и M6-19. Как известно, супергетеродинные приемники обладают значительно большей чувствительностью и лучшей избирательностью, чем приемники, собранные по схеме прямого усиления. Данный супергетеродинный приемник содержит преобразователь частоты (модуль M7-20), два каскада усиления промежуточной частоты (модули M8-23 и M8-24) и двухкаскадный усилитель низкой частоты (модуль M6-19). Такой приемник обеспечивает надежный прием на магнитную антенну многих удаленных радиостанций на любых диапазонах, так как в наборе радиоконструктора имеются модули преобразователей частоты и входных контуров, соответственно работающих в диапазоне длинных, средних и коротких волн. В такой приемник следует ввести цепь автоматической регулировки усиления (АРУ). При сборке различных супергетеродинных приемников из модулей радиоконструктора в случае использования модуля M8-25 в качестве первого каскада УПЧ необходимо в модуле M8-24 (второй каскад УПЧ) отключить конденсатор C_1 от базы транзистора T_1, а контакты *1* и *2* замкнуть между собой. Для предотвращения самовозбуждения УПЧ цепь АРУ следует подключить только к первому каскаду УПЧ, а в остальных каскадах контакт *5* замкнуть с «+» шиной питания (корпусом).



Рис. 36. Включение *RC*-фильтров между каскадами.

Блок-схема рис. 35,*к* представляет собой усилитель низкой частоты, предназначенный для воспроизведения записей с грампластинок. Усилитель состоит из четырех модулей: M3-14—эмиттерный повторитель (он необходим для согласования высокоомного пьезокерамического звукоснимателя с низкоомным входом усилителя низкой частоты), M2-11 — регулятор громкости, M3-13 — предварительный каскад усиления низкой частоты и M6-19 — двухкаскадный оконечный усилитель низкой частоты. Для получения большей мощности на выходе усилителя при воспроизведении грамзаписей следует вместо модуля M6-19 применить модуль M5-18, подключив к его выходу громкоговоритель 2ГД-1.

Наконец, блок-схема, показанная на рис. 35,*л*, предназначена для усиления речевых или музыкальных передач непосредственно с микрофона. Усилитель состоит из четырех модулей M2-11, M3-12,

М3-13, М5-17, регулятора громкости, двухкаскадного усилителя предварительного усиления и двухкаскадного оконечного усилителя с выходной мощностью 0,15 *вт*. Резистор R_1 и конденсатор C_1 образуют развязывающий низкочастотный *RC*-фильтр, включенный между первым и вторым каскадами усиления. Применение *RC*-фильтров в многокаскадных усилителях звуковой частоты, так же как и в усилителях высокой частоты, предотвращает склонность таких усилителей к самовозбуждению, однако емкость конденсаторов для низкочастотных *RC*-фильтров должна быть не менее 10 *мкф*.

Рис. 37. Внешний вид устройства, позволяющего собирать из модулей этажерочную конструкцию.

1 — основание этажерочной конструкции (гетинакс, текстолит); *2* — входной контакт; *3* — направляющие шпильки (латунь, сталь), разъединительные втулки (латунь, сталь); *5* — модули; *6* — игольчатые контакты; *7* — верхняя планка; *8* — зажимные гайки.

В заключение надо отметить, что перечисленные блок-схемы, конечно, не охватывают всего многообразия конструкций, которые можно собрать с помощью данного радиоконструктора.

Для дальнейшего усовершенствования радиоконструктора можно использовать вместо контактных гнезд и штырьков, соединяющих модули между собой, две направляющие шпильки, имеющие на конце резьбу и гайки. На эти шпильки будет подаваться напряжение от источника питания (батареи или выпрямителя). На каждом модуле в соответствующих местах плюсовой и минусовой шин питания должны быть просверлены отверстия, с помощью которых модули можно надеть иа направляющие шпильки и прижать гайками для обеспечения надежного электрического контакта шин питания со шпильками. Печатные платы модулей в этом случае следует изготовлять из двустороннего фольгированного гетинакса или текстолита, а шины питания замыкать между собой с помощью запрессованных в них латунных втулок. Эти втулки будут отделять модули друг от друга. Для соединения входных и выходных цепей модулей между собой следует применить игольчатые разъемы, установленные на модулях в вертикальном направлении. В качестве игольчатых разъемов можно использовать штырьки и гнезда от малогабаритных разъемов типа ШР или каких-либо других. Такое соединение модулей позволит моделировать с помощью радиоконструктора объемные схемы этажерочной конструкции, что значительно упростит их сборку и разборку, а также сделает модели радиоаппаратуры более компактными (рис. 37).

ЛИТЕРАТУРА

1. «Радио» № 1, 6, 10, 11, 12, 1966 и № 10, 1964.

2. Трохименко Я. К., Радиоприемные устройства на транзисторах, Киев, изд-во «Техника», 1964.

3. Гумеля Е. Б., Выбор схем транзисторных приемников, М., Госэнергоиздат, 1963.

4. Гумеля Е. Б., Налаживание транзисторных приемников, изд-во «Энергия», 1966.

5. Попов П. А., Расчет транзисторных усилителей звуковой частоты, изд-во «Энергия», 1964.

ОГЛАВЛЕНИЕ

